



aurigin

Document Summary

New
Search

Help

[Preview Claims](#)[Preview Full Text](#)[Preview Full Image](#)

Email Link:

Document ID: JP 11-052151 A2**Title:** OPTICAL WAVEGUIDE DEVICE**Assignee:** NEC CORP**Inventor:** KITAMURA MITSUHIRO
HENMI NAOYA**US Class:****Int'l Class:** G02B 06/12 A; G02B 06/122 B**Issue Date:** 02/26/1999**Filing Date:** 08/06/1997**Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable an optical waveguide simple in configuration to receive a wavelength multiplexed signal light at high speed and at high sensitivity.

SOLUTION: An input optical waveguide 2 is connected to the input side of an AWG 3 (array waveguide grating) for separating an inputted wavelength multiplexed signal light into respective wavelength light signals and output optical waveguides 4 being the same number of that of the light signals separated in the AWG 3 to the output side of the AWG 3. Respective output optical waveguides 4 are connected to optical gates 5 respectively selecting one optical signal of the respective optical signals separated in the AWG 3 to pass them. The optical gates 5 are connected to the input side of an optical combiner 6 and, moreover, a photodetector 7 is connected to the output side of the optical combiner 6.

(C)1999,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-52151

(43)公開日 平成11年(1999) 2月26日

(51)Int.Cl.⁸

G 0 2 B 6/12
6/122

識別記号

F I

G 0 2 B 6/12

F
B

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平9-212147

(22)出願日 平成9年(1997) 8月6日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 北村 光弘
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内

(72)発明者 逸見 直也
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内

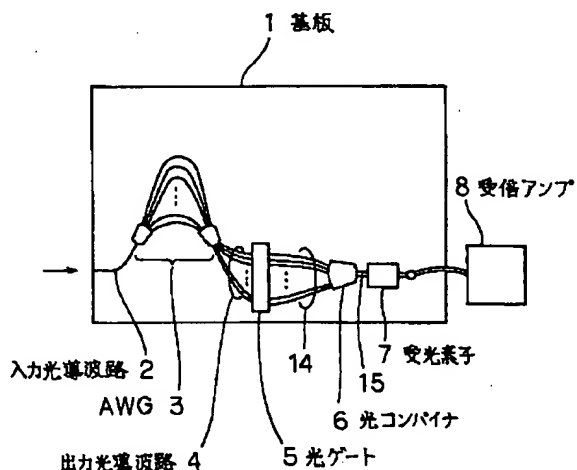
(74)代理人 弁理士 若林 忠 (外4名)

(54)【発明の名称】 光導波路デバイス

(57)【要約】

【課題】 簡易な構成の光導波路デバイスで、波長多重信号光を高速かつ高感度に受信する。

【解決手段】 入力された波長多重信号光をそれぞれの波長光信号に分離するAWG 3の入力側には入力光導波路2が接続され、AWG 3の出力側にはAWG 3で分離された光信号と同数の出力光導波路4が接続されている。各出力光導波路4は、AWG 3で分離された各光信号の一つの光信号を選択して通過させる光ゲート5に接続されている。光ゲート5は光コンバイナ6の入力側に接続され、さらに、光コンバイナ6の出力側には受光素子7が接続されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力光導波路から入力された波長多重信号光を各波長ごとの光信号に分離して出力光導波路に出力する波長分波デバイスと、

前記出力光導波路に接続され、前記波長分波デバイスで分離された光信号のうちの一つの光信号を選択して通過させる光ゲートと、

前記光ゲートを通過した光信号が入力される単一モード光導波路と前記単一モード光導波路に入力された光信号を出力する多モード光導波路とを備えた光コンバイナと、

前記光コンバイナから出力された前記光信号を受信するための受光素子とを有する光導波路デバイス。

【請求項2】 前記波長分波デバイス、前記光コンバイナ、および各前記光導波路は石英系材料で形成され、前記光ゲートおよび前記受光素子は半導体材料で形成されている請求項1に記載の光導波路デバイス。

【請求項3】 前記波長分波デバイス、前記光コンバイナ、各前記光導波路、前記光ゲート、および前記受光素子は半導体材料で形成されている請求項1に記載の光導波路デバイス。

【請求項4】 前記波長分波デバイスと、前記光ゲートと、前記光コンバイナと、各前記光導波路と、前記受光素子とが一枚の半導体基板上に形成されている請求項1から3のいずれか1項に記載の光導波路デバイス。

【請求項5】 前記半導体基板はSi基板またはInP基板である請求項4に記載の光導波路デバイス。

【請求項6】 前記波長分波デバイスはアレイ導波路格子である請求項1から5のいずれか1項に記載の光導波路デバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、波長多重光通信を利用した光通信方式に用いられる光導波路デバイスに関する。

【0002】

【従来の技術】マルチメディア社会の到来に伴い、情報伝送容量拡大の要求が急激に高まっており、その手段として、波長多重(WDM)を利用した光通信方式が注目され、多くの機関で開発が進められている。特に、WDM方式を光通信のネットワークの中で採用し、トータルの情報伝送スループットを大幅に拡大しようとする試みもなされている。

【0003】そのような中で、最も重要なコンポーネントとなるのが、特定の波長の光信号を受信する受信器であり、特に、ナノ秒単位の高速度で特定波長の光信号をフィルタリングするためのフィルタリング機能を有する受信器が求められている。その一例として、図5に示すような光導波路デバイスが提案されている。

【0004】図5は、従来の光導波路デバイスを示す平

面図である。

【0005】図5に示すように、従来の光導波路デバイスによれば、入力光導波路101から入力されたWDM信号光(波長多重信号光)は、波長分波デバイスであるAWG(アレイ導波路格子)102によってそれぞれの波長光信号に分離される。分離された各光信号は、複数の光ファイバからなる光導波路103によって導波され、各受光素子104に受信されて電気信号に変換される。なお、本光導波路デバイスには、分離される信号と同数の受光素子104が設けられている。各信号は、各受光素子104が接続された切り替えスイッチ105に伝送され、切り替えスイッチ105に接続された受信アンプ106によって増幅される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の光導波路デバイスでは、波長多重された信号数と同数の受光素子が必要となり、構成が複雑になってしまうという欠点がある。例えば、16波長多重の場合には、16個の受光素子が必要となる。

【0007】それに対して、1つの受光素子のみを用いて16波長多重の信号を受信しようとするには、例えば16本あるAWGの出力ポートにファイバ型の16×1スターカップラを接続し、そのスターカップラの出力ポートに受光素子を接続する構成とすればよい。しかし、1段の2×1カップラ毎に3dBの原理的な結合損失が生じるため、上記の16×1スターカップラでは4段の2×1カップラが設けられていることから12dBの原理損失が発生してしまう。この損失は、受光素子での受信感度のマージンを直接に減少させるため、感度劣化を招いてしまうこととなる。

【0008】そこで本発明は、簡易な構成からなり、波長多重信号光を高速かつ高感度で受信することができる光導波路デバイスを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の光導波路デバイスは、入力光導波路から入力された波長多重信号光を各波長ごとの光信号に分離して出力光導波路に出力する波長分波デバイスと、前記出力光導波路に接続され、前記波長分波デバイスで分離された光信号のうちの一つの光信号を選択して通過させる光ゲートと、前記光ゲートを通過した光信号が入力される単一モード光導波路と前記単一モード光導波路に入力された光信号を出力する多モード光導波路とを備えた光コンバイナと、前記光コンバイナから出力された前記光信号を受信するための受光素子とを有する。

【0010】上記のように構成された本発明の光導波路デバイスによれば、入力光導波路から入力された波長多重信号光は、波長分波デバイスによってそれぞれの波長光信号に分離されて、出力光導波路に出力される。波長分波デバイスで分離された各光信号は、光ゲートによ

てそのうちの一つの光信号が選択されて通過される。光ゲートを通じた光信号は、光コンバイナを通り、受光素子で受信される。途中の光導波路等を通して減衰した光信号は光ゲートによって増幅され、また、光コンバイナによる損失もきわめて小さいことから、高い受信感度で光信号が受信される。さらに、ナノ秒単位の高速度応答が実現される。

【0011】また、前記波長分波デバイス、前記光コンバイナ、および各前記光導波路は石英系材料で形成され、前記光ゲートおよび前記受光素子は半導体材料で形成されている構成としてもよい。

【0012】さらに、前記波長分波デバイス、前記光コンバイナ、各前記光導波路、前記光ゲート、および前記受光素子は半導体材料で形成されている構成としてもよい。さらに、前記波長分波デバイスと、前記光ゲートと、前記光コンバイナと、各前記光導波路と、前記受光素子とが一枚の半導体基板上に形成されている構成とすることにより、光導波路デバイスの波長分波デバイス、光コンバイナ、および各光導波路は石英系材料で形成され、光ゲートおよび受光素子は半導体材料で形成されている場合には各エレメントがハイブリッドに集積された光導波路デバイスが構成され、光導波路デバイスの波長分波デバイス、光コンバイナ、各光導波路、光ゲート、および受光素子が半導体材料で形成されている場合には各エレメントがモノリシックに集積された光導波路デバイスが構成される。

【0013】また、前記半導体基板はSi基板またはInP基板である構成としてもよい。さらに、前記波長分波デバイスはアレイ導波路格子である構成としてもよい。

【0014】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

【0015】図1は、本発明の光導波路デバイスの一実施形態を示す平面図である。

【0016】図1に示すように、本実施形態の光導波路デバイスは、Siからなる基板1上に、入力光導波路2と、波長分波デバイスであり1入力多出力型の光導波路からなるAWG（アレイ導波路格子）3と、出力光導波路4と、光ゲート5と、光コンバイナ6と、受光素子7とが集積された構成となっている。

【0017】AWG3は、入力されたWDM信号光（波長多重信号光）をそれぞれの波長光信号に分離する機能を有するものである。本実施形態の光導波路デバイスでは、1入力16出力型のAWGが採用されている。なお、AWG3の波長間隔は0.8nm（100GHz）であり、クロストークは-30dB以下の特性が得られている。また、光ゲート5は、AWG3で分離された各光信号の一つの光信号を選択して通過させる機能を有するものである。

【0018】AWG3の入力側には入力光導波路2が接続され、AWG3の出力側にはAWG3で分離された波長光信号と同数の出力光導波路4が接続されている。各出力光導波路4は光ゲート5に接続され、光ゲート5は光コンバイナ6の入力側に接続されている。さらに、光コンバイナ6の出力側には受光素子7が接続され、受光素子7には受信アンプ8が接続されている。

【0019】基板1上に形成される光導波路としては、石英系光導波路が代表的な例として挙げられる。以下に、石英系光導波路の断面構造について、図2を参照して説明する。

【0020】Siからなる基板1上には、PSG（リンをドープした石英ガラス）からなる下部グラッド層9が形成され、その上に、PSGに半導体材料であるGeを加えたG PSGからなるコア層10が、光導波路の形状にパターンニングされて形成されている。そして、コア層10が形成された下部グラッド層9の上に、下部グラッド層9と同じ組成からなる上部グラッド層11が形成され、これによりコア層10が覆われている。

【0021】光ゲート5には、InGaAsP系の半導体光アンプが用いられている。この光ゲートと石英系光導波路との光結合部の構造について、図3を参照して説明する。上述したように、石英系光導波路は、下部グラッド層9と上部グラッド層11とに挟まれたコア層10で構成される。光ゲート5は活性層12を有し、この活性層12がコア層10の端面と同じ高さになるように埋め込まれている。活性層12とコア層10との高さ方向の位置合わせは、光ゲート5を固定する半田バンプ13によって行われる。

【0022】また、光コンバイナ6は、図4に示すように多入力1出力型であり、入力側は単一モード光導波路14、出力側は多モード光導波路15とし、それらが光カップラ16によって結合されている。また、単一モード光導波路14から光カップラ16への入力部分は、光スポットサイズを拡大するため、導波路幅を拡げた構造としている。光コンバイナ6が16入力1出力である場合に、単一モード光導波路14の幅を6 μ mとし、多モード光導波路15の幅を50 μ mとすると、トータルの損失は1.5dBとなり、通常のカップラを組み合わせる方法での12dBの原理損失と比べて格段に低い損失に抑えることができる。なお、光コンバイナ6は石英系材料によって形成されている。

【0023】受光素子7としては、InGaAs系の導波路PIN-PD等が用いられる。上記のように構成された光導波路デバイスでは、入力光導波路2から入力されたWDM信号光（波長多重信号光）は、AWG（アレイ導波路格子）3によってそれぞれの波長光信号に分離されて、出力光導波路4に出力される。AWG3で分離された各光信号は、光ゲート5によってそのうちの一つの光信号が選択されて通過される。光ゲート5を通過し

た光信号は、光コンバイナ6を通り、受光素子7で受信される。光信号は受光素子7で電気信号に変換され、受光素子7に接続された受信アンプ8で増幅される。

【0024】本実施形態の光導波路デバイスによれば、途中の光導波路等を通して減衰した光信号は半導体光アンプの光ゲート5によって増幅され、また、前述したように光コンバイナ6による損失もきわめて小さいことから、高い受信感度で光信号を受信することができる。さらに、光ゲート5には半導体光アンプが用いられているので、ナノ秒単位の高速応答が可能である。

【0025】また、本実施形態の光導波路デバイスでは、一つの受光素子7のみによって光信号を受信することができるので、光導波路デバイスの構成を簡素化することができる。さらに、入力光導波路2と、AWG3と、出力光導波路4と、光ゲート5と、光コンバイナ6と、受光素子7とを1枚の基板1上に集積した構成となっているので、上述した機能を1チップで実現することができる。

【0026】なお、本実施形態では、石英系材料で形成された入力光導波路2、AWG3、出力光導波路4、および光コンバイナ6と、半導体材料で形成された光ゲート5および受光素子7とをSiからなる基板1上にハイブリッドに集積する構成を例にして説明したが、入力光導波路2、AWG3、出力光導波路4、光ゲート5、光コンバイナ6、および受光素子7を半導体材料で形成して基板1上にモノリシックに集積する構成としてもよい。また、基板1の材料はSiに限られず、例えばInPで形成された基板を用いてもよい。

【0027】さらに、本実施形態では受信アンプ8が光導波路デバイスの外部に備えられている構成を例に示したが、SiないしInPからなる基板上に受信アンプをフリップチップ実装する構成としてもよい。

【0028】また、本実施形態では多入力1出力型の光コンバイナ6を用いた例を示したが、出力側に複数の多モード光導波路を形成した多入力多出力型の光コンバイナを用いてもよい。さらに、受光素子7としては、PIN-PDの他にAPD等を用いてもよい。

【0029】

【実施例】以下に、図1に示した光導波路デバイスの実施例について説明する。

【0030】基板1としてはSi基板を用いた。また、基板1上に形成される各種光導波路は、石英系光導波路とした。

【0031】本実施例での石英系光導波路の形成工程について、図2を参照して説明する。まず、基板1上に、TEOS、オゾンを用いた常圧CVD法によって、PSGからなる下部グラッド層9を厚さ15 μ mで積層し、さらに、GPSG膜を厚さ6 μ mで積層する。このGPSG膜を光導波路の形状にパターニングし、RIE（反応性イオンエッチング）法によるエッチングを行い、コ

ア層10を形成する。コア層10の幅は6 μ mとし、クラッド層との屈折率は0.35%とした。さらにその上に、PSGからなる上部グラッド層11を厚さ15 μ mで積層し、これにより、基板1上に石英系の光導波路が形成される。

【0032】光ゲート5には、InGaAsP系の半導体光アンプを用いた。光ゲート5の長さは500 μ m、チャンネル数は16、左右方向のピッチは125 μ mとした。50mAの電流注入によって、信号利得として25dB以上の値を得ており、石英系光導波路との高効率結合のため、入出力部分にスポットサイズ変換部を形成し、結合損失として片側約5dB、トータルで15dB程度の利得を実現できた。また、光ゲート5と光導波路との光結合部における光導波路の端面はRIE法によって形成し、光ゲート5の活性層12と光導波路との高さ方向、及び横方向の位置合わせは、半田バンプ13を用いたパッシブアラインメントの手法を用いて行った。

【0033】受光素子7としてはInGaAs系の導波路PIN-PDを用い、上記と同様に、半田バンプを用いたパッシブアラインメントの手法によって基板1上に実装した。

【0034】このような光導波路デバイスを用いて、16チャンネルのWDM信号の受信評価を行ったところ、2.5Gb/sの光信号に対して-28dBの受信感度を得ることができたとともに、信号チャンネルの切り替え速度として、3ns以下の高速動作を実現できた。

【0035】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光導波路デバイスは、波長多重信号光を各波長ごとの光信号に分離して出力する波長分波デバイスと、分離された光信号のうちの一つの光信号を選択して通過させる光ゲートと、光ゲートを通過した光信号を受信素子に出力する光コンバイナと、光コンバイナから出力された光信号を受信するための受信素子とを有するので、ナノ秒単位の高速応答が可能であるとともに、高い受信感度で光信号を受信することができる。加えて、複数の受光素子を用いなくてもよいので、光導波路デバイスの構成を簡素化することができる。

【0036】また、光導波路デバイスの各エレメントを一枚の半導体基板上に形成することにより、本発明の光導波路デバイスを1チップで実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光導波路デバイスの一実施形態を示す平面図である。

【図2】石英系光導波路の断面構造を示す断面図である。

【図3】光ゲートと石英系光導波路との光結合部構造を示す断面図である。

【図4】光コンバイナの構成を示す平面図である。

【図5】従来の光導波路デバイスを示す平面図である。

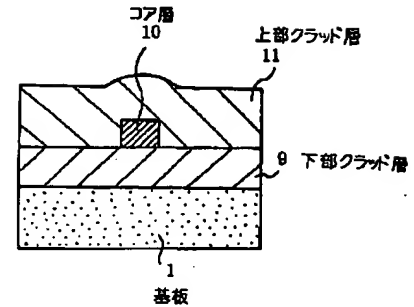
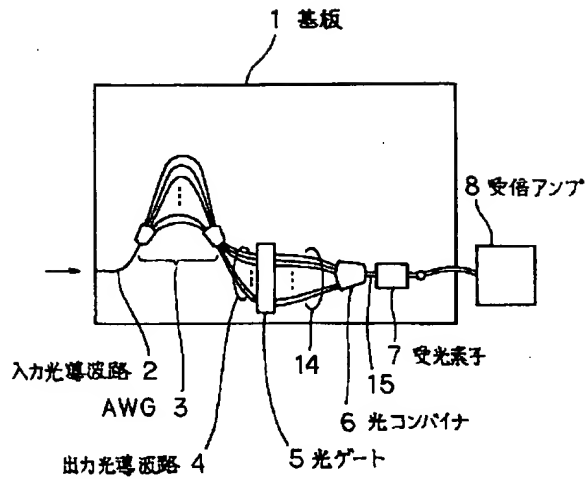
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 入力光導波路
- 3 AWG
- 4 出力光導波路
- 5 光ゲート
- 6 光コンバイナ
- 7 受光素子
- 8 受信アンプ

- 9 下部グラッド層
- 10 コア層
- 11 上部グラッド層
- 12 活性層
- 13 半田バンプ
- 14 単一モード光導波路
- 15 多モード光導波路
- 16 光カップラ

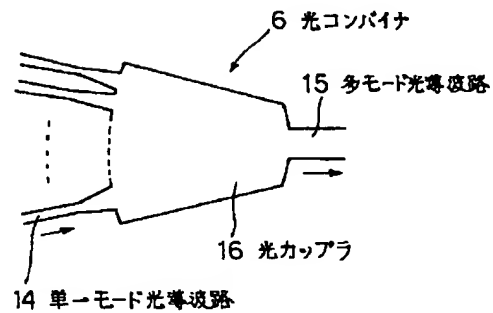
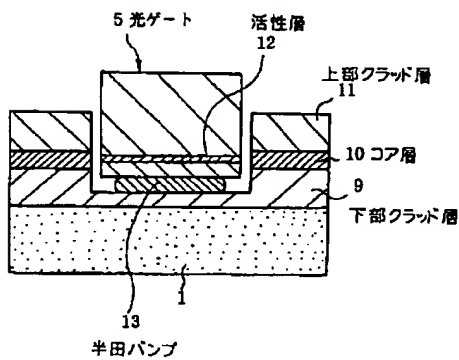
【図1】

【図2】



【図3】

【図4】



【図5】

